ن ذكريات العمل(20)

مشروع قناطر نجع حمادى الجديدة

قناة التحويل(Diversion Canal)

أعمال الحماية والسد المؤقت(Protection Works & By-Pass Dam)

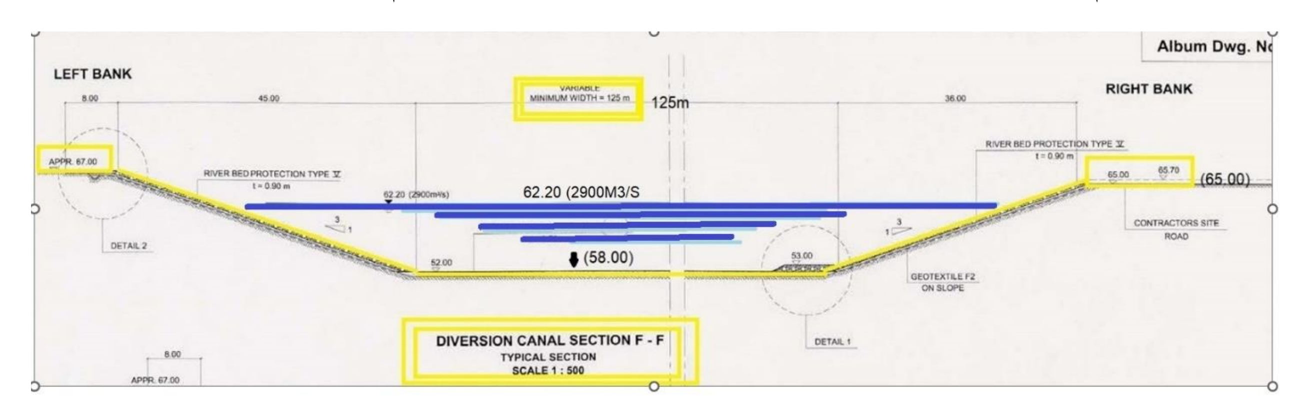
أولًا: مقدمة

تُعَد قناة التحويل (Diversion Canal) من أهم المنشآت المؤقتة في مشروع قناطر نجع حمادي الجديدة (New Nag Hammadi Barrage Project).كان الهدف من إنشائها تحويل مجرى نهر النيل لإتاحة الفرصة لتنفيذ القناطر الجديدة. إلا أن إنشاء هذه القناة كان مصحوبًا بتحديات هندسية ضخمة، نتيجة الطبيعة الهيدروليكية الخاصة بها، إذ يقل قطاعها كثيرًا عن القطاع الطبيعي للنهر، مما أدى إلى زيادة سرعة التيار داخلها.

كان العاملان الاقتصادي والفني هما الحاكمان لتصميم القطاع العرضي وأنواع الحماية، خاصة بعد طلب الـ GANT ألا يقل عرض القناة عن 100 متر، مع مراعاة أنها أعمال مؤقتة لمدة أربع سنوات فقط ضمن مدة تنفيذ المشروع.

لذلك كان من الضروري تصميم وتنفيذ أعمال الحماية لقاع القناة وميولها الجانبية، لمنع حدوث النحر، وكذلك تجنب مشاكل الترسيب التي قد تؤثر على كفاءة التصريف الهيدروليكي للقناة.

تم تصميم القناة بعرض قاع يبلغ 125 مترًا، وميول جانبية بنسبة من (1V:3H) الى (1V:7H)، بحيث تتحمل تصرفات تصل إلى 2900 م³/ث. ولهذه الأسباب أصبحت أعمال الحماية جزءًا لا يتجزأ من تصميم القناة المؤقتة.

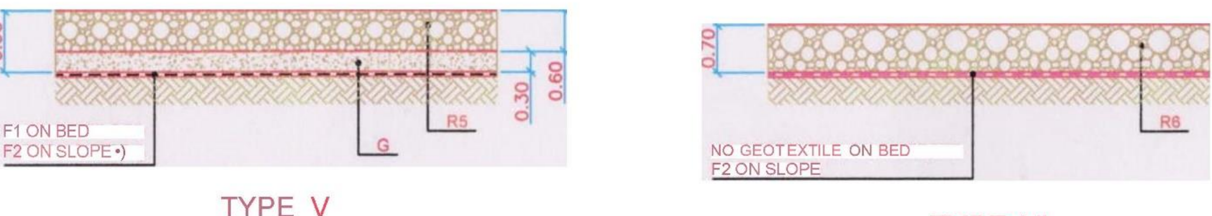


ثانيًا: مواد الحماية المستخدمة

تنوّعت المواد المستخدمة في أعمال الحماية، وأبرزها:

- **الـ Riprap (أحجار التكسية):**
  يُعتبر الـ Riprap الأكثر ملاءمة والأكثر اقتصادية لحماية القاع والميول في مثل هذه المشروعات، إذ أثبتت التجارب الهيدروليكية قدرته العالية على مقاومة قوى النحر.
  - **Riprap R5:** أحجار غير منتظمة الشكل، بوزن يتراوح من 1.8 كجم حتى 40 كجم، تُستخدم أساسًا لتكسية الميول الدائمة بسُمك 60 سم.

- **Riprap R6:** أحجار أكبر حجمًا، بأبعاد تتراوح بين D15 = 20 مم حتى D85 = 300 مم، تُستخدم لتكسية القاع بسُمك 70 سم لحمايته من النحر.



- **الزلط (Gravel) لحماية الجيوتكستايل:**

زلط طبيعي مستدير الحبيبات، بتدرج حبيبي D15 = 20 مم و D85 = 120 مم، يُستخدم كطبقة واقية فوق الجيوتكستايل بسُمك 30 سم.

- **الجيوتكستايل:(Geotextile)**

يُعَد الجيوتكستايل من أهم العناصر في الأعمال الهيدروليكية، إذ يعمل كطبقة فاصلة تمنع اختلاط التربة بطبقات

الحماية (مثل الحصى أو الأحجار)، ويسمح بمرور المياه دون نقل جزيئات التربة الدقيقة(Fine Particles) ، فيؤدي دور الفلتر (Filtration) الذي يحمي التربة من الانجراف أو النحر.

كما يُسهم الجيوتكستايل في تصريف المياه الجوفية وتقليل الضغط الهيدروستاتيكي خلف المنشآت(Drainage) ، ويوفّر حماية ميكانيكية للتربة أسفل الأحجار الثقيلة(Protection) ، ويعزز قدرة التربة على التحمل ويوزّع الأحمال بشكل أفضل، مما يجعله ضروريًا للحفاظ على استقرار وسلامة المنشآت المائية وتقليل مخاطر التآكل أو الهبوط، فضلًا عن المساهمة في تسهيل التنفيذ وخفض تكاليف الصيانة على المدى الطويل.

تم تحديد نوعين من الجيوتكستايل في المواصفات، يتم تمييزهما عن بعضهما البعض بمقاومة الرشح:(Seepage)

- **F1:** مكوّن من طبقة واحدة، يُستخدم لحماية القاع.
- **F2:** مكوّن من طبقتين، يُستخدم على الميول مع التربة الطميية، كونه أكثر عرضة للتآكل والاحتكاك.

وتشمل المواصفات الفنية للجيوتكستايل:

- الكتلة السطحية ≥ 600 جم/م^2
- أقصى قوة شد ≥ 12 كيلو نيوتن/متر
- حجم الفتحات الفعالة (EOS) من 0.07 إلى 0.10 مم

GEOTEXTILE

TYPE F1	TERRAFIX 609 Mass: 603 g/m Tensile Strength: ≥12kN/m Elongation at max. Tensile Strength: longitudinal: 70% transverse: 40% Puncture Resist. on Soil Type 3: 1200 Nm Effective Opening Size: 0.08 mm Water Permeability Coefficient: $1.8x10^{-3}$ mm Filter Resistance against BAW Soil Type: 1, 2, 3	"NAUE FASERTECHNIK" OR APPROVED SIMILAR
TYPE F2	TERRAFIX 813 Mass: 800 g/m Tensile Strength: longitudinal: 14 kN/m transvrese: 30 kN/m Elongation at max. Tensile Strength: longitudinal: 70% transvrese: 40% Puncture Resistance: 1200 Nm Effective Opening Size: 0.08 mm Water Permeability Coefficient: $1.8x10^{-3}$ mm Filter Resistance against BAW Soil Types: 1, 2, 3, 4	

SOIL TYPES (BAW – PARTICLE SIZE DISTRIBUTIONS)

Soil Types 1, 2, 3 : 0.06 mm < 20%

Soil Type 4 : 0.06 mm ≥ 20%

ثالثًا: تكوين طبقات أعمال الحماية(Protection Layer Structure)

تم تصميم تركيب طبقات الحماية كالتالي (من الأعلى إلى الأسفل):

الميول:(Slopes)

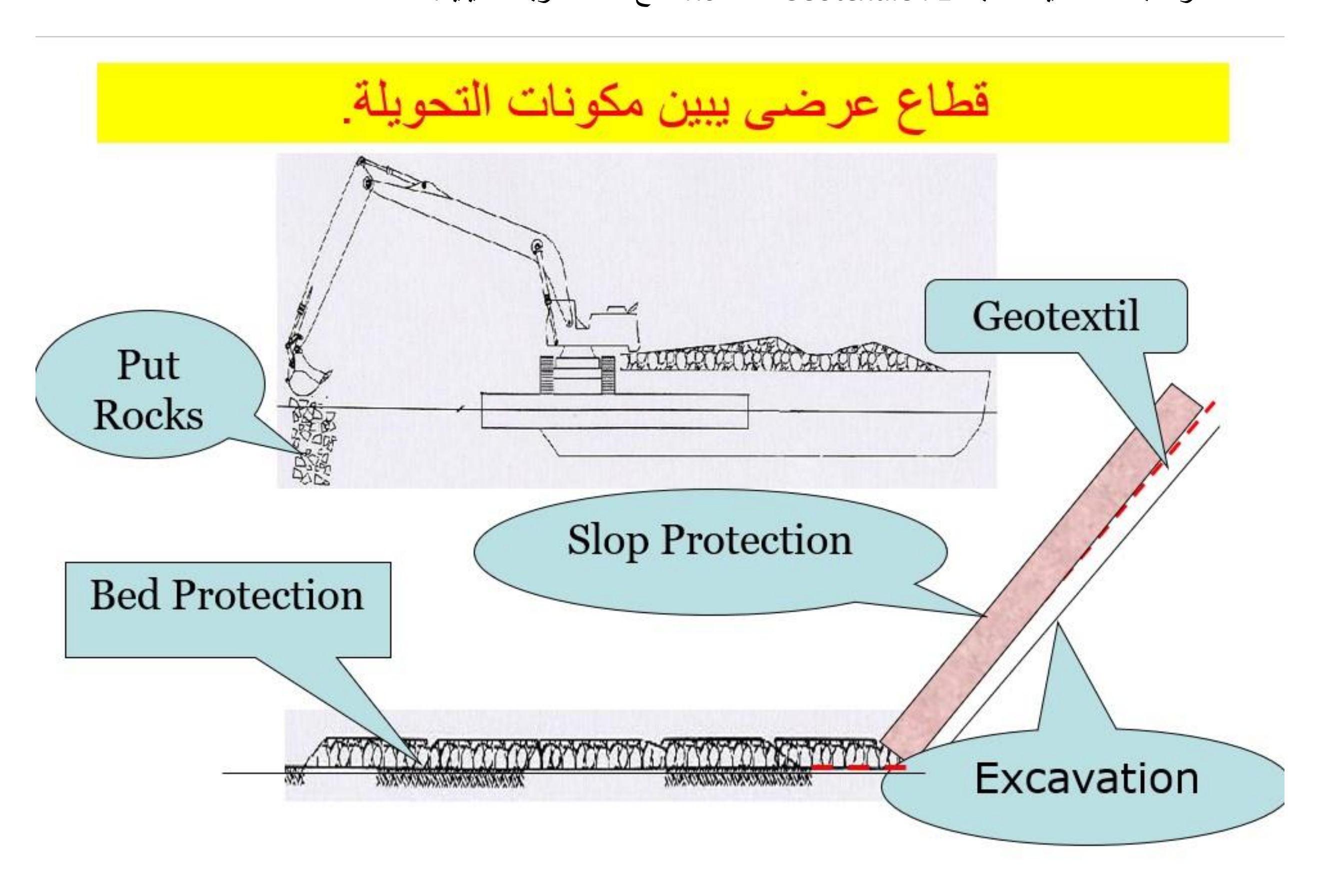
- طبقة Riprap R5 بسُمك 60 سم.
- طبقة Gravel Type G بسُمك 30 سم.
- طبقة.Geotextile F2

قاع القناة:(Bed Protection)

- طبقة Riprap R6 بسُمك 70 سم، تُوضع مباشرة على القاع.

الميول المؤقتة:(Temporary Slopes)

- على الميول المؤقتة اليسرى، كان التصميم الأصلي يتضمن وضع Riprap R6 مباشرة ولكن عند ظهور تسرب أثناء الحفر الجاف، أُضيفت طبقة Geotextile F1 أسفل R6 لمنع تآكل التربة الطينية.



وصف عام لأعمال الحماية للقاع والميول(General Description of Bed and Slope Protection)

طبقًا للتصميمات، تتكون أعمال الحماية بشكل عام لقاع القناة من Riprap R6 بسُمك 0.7 متر، وهي عبارة عن أحجار متكسرة (crushed stones) تُوضع مباشرة على مجرى النهر مع تدرج حبيبي محدد.

أما في منطقة الميل المؤقت الأيسر، فقد كان من المخطط وضع Riprap R6 مباشرة على الميول، إلا أنه لوحظ بعض الرشح أثناء الحفر الجاف فوق منسوب النهر، ما استدعى إضافة طبقة Geotextile F1 أسفل R6 لتفادي تآكل الميول.

أما الميول الدائمة، فقد تمت حمايتها عمومًا بواسطةGeotextile F2 ، مغطاة بطبقة حماية من الحصى (Gravel) بسُمك 30 سم، تعلوها طبقة من Riprap R5 بسُمك 60 سم.

تم تنفيذ أعمال وضع طبقات الحماية بواسطة حفارات ذات ذراع طويلة، أو تحت الماء باستخدام الكباشات-clamp) (shell, orange peel، أو من العائمات والمراكب.(pontoons and barges)

وقد أثبتت تجارب عملية (Simulation) خارج الماء، سواء على القاع الأفقي أو على الميول الجانبية(1V:3H) ، أن الفصل بين المواد كان محدودًا.

أعمال الترميم للميول التي تم حفرها بشكل أعمق من التصميم، تمت بواسطة الردم بتربة زلطية (sand & gravel material).

اختبار وضع الجيوتكستايل(Geotextile Placement Test)

تم اختبار الأسلوب المقترح لوضع الجيوتكستايل على الميول في قناة التحويل، تحديدًا في منطقة السد المؤقت (By-Pass Damعند بداية الميل من البر الأيسر.

هذه الطريقة عبارة عن تنزيل ال Geotextile الملفوف حول بكرة كبيرة يتم التحكم فيها عن طريق اثنين من الحبال الصغيرة في القناة ، والتي يتم تثبيتها على خط الموضع المخطط له. تم التحكم بالحبال في الطول بواسطة الروافع الصغيرة ، اثنين من الحبال على القمة واثنين على ال Boonton . عندما تترك لفة البكره فى الانحدار إلى أسفل الميل ، يتم تثبيت ال Geotextile على الأرض بالحجارة اعلى الميل وتحت الماء.

يُشرف على ضبط الوضع والتوجيه اثنان من الغواصين المدربين، ويتم التأكد لاحقًا من دقة الوضع بالأعمال المساحية.

ويجب ألا يقل التداخل (Overlap) بين ألواح الجيوتكستايل المجاورة عن 0.50 متر طبقًا للمواصفات.



أساليب التنفيذ

- تم تنفيذ أعمال حماية القاع بشكل رئيسي بواسطة العائمات(Pontoons) ، سواء كانت مثبتة أو عائمة باستخدام الحبال أو المرساة، مع الاستعانة بالرافعات الثقيلة والكباشات.
- تم تنفيذ أعمال حماية الميول بوضع طبقات الحصى (Type G) و Riprap R5 و R6 فوق الماء بواسطة حفارات ذات ذراع طويلة، وتحت الماء باستخدام حفارات من العائمات والصنادل الصغيرة.
- أعمال الترميم للميول في أماكن الحفر الزائد تم تنفيذها باستخدام الحفارات من العائمات، باستخدام مواد ردم رملية أو زلطية أو مخلوطة.

واجهت عملية إرساء وتثبيت العائمات صعوبات خاصة عند مخرج القناة، بسبب سرعة المياه المتدفقة، مما كان يتسبب في تحريك العائمات، ويتطلب بذل مزيد من الجهد لإعادة تثبيتها، الأمر الذي كان يؤثر على الإنتاجية.

أدخل المقاول نوبات عمل ليلية بعد وقت قصير من بدء أعمال حماية القاع. إلا أن الإنتاج في النوبات الليلية كان منخفضًا جدًا بسبب ضعف الإضاءة ومشاكل نقل العائمات.

كانت الانحرافات عن المناسيب التصميمية بسيطة، لكن لوحظ عمومًا زيادة في سماكة الطبقات عمّا هو مصمَّم، وقد تم قبول ذلك.



التغييرات أثناء التنفيذ(Changes During Construction)

أ. السماحات الإنشائية(Construction Tolerances)

حددت المواصفات الفنية PTS سماحات منها:

- Excavation: +0 / -25 cm
- Placing Gravel (Dry): -0 / +10 cm
- Placing Gravel (Underwater): -0 / +15 cm
- Placing Riprap (Dry): -0 / +20 cm
- Placing Riprap (Underwater): -0 / +30%من السماكة التصميمية

ونظرًا لظروف العمل، رأى الاستشاري ضرورة السماح ببعض التعديلات دون المساس بالجودة، ومنها:

- زيادة التداخل (Overlap) للجيوتكستايل من 0.5 م إلى 0.6 م عند وجود حفر زائد (Over-Dredging) حتى 40 سم.
- قبول Overfilling فوق السماكة التصميمية لتسريع التنفيذ، بشرط ألا يؤثر ذلك على الحسابات التعاقدية.

- في أماكن تجاوز الحفر أكثر من 0.4 م، سُمح بوضع الجيوتكستايل مباشرة مع زيادة التداخل 10 سم، أو الردم المحلي باستخدام.Wadi Sand & Gravel

ب. إلغاء الجيوتكستايل(Cancellation of Geotextile)

في مناطق محددة مثل مدخل ومخرج القناة(Inlet & Outlet) ، حيث كان تدفق النيل شديدًا ويصعُب معه وضع الجيوتكستايل عموديًا، تم استبداله بطبقة فلتر (Filter Layer) بسُمك 30 سم من الرمال والحصى، أو وضع Riprap R6إضافي أسفل طبقة R5 في القاع الجنوبي الأيمن.

ج. وضع Geotextile إضافي تحت Riprap R6 على الميل الأيسر

تم تصميم Riprap R6 ليُوضَع مباشرة على الميل المؤقت. لكن أثناء الحفر الجاف، لوحظ وجود مياه جوفية أعلى من منسوب مياه النهر، ما تسبب في تسرب على الميول وظهور بعض التآكل. لتجنب المزيد من التآكل، تم وضع طبقة Geotextileإضافية وتغطيتها بطبقة.Riprap R6

رابعًا: مصادر إنتاج المواد(Sources of Materials Production)

- استخدمت أعمال المشروع مصدرين لإنتاج أحجار الحماية:
  - محاجر الوادي القريبة من الموقع بالصحراء الشرقية.
  - محاجر العيساوية الواقعة على بُعد 70 كم شمال المشروع بمركز أخميم بمحافظة سوهاج.

احتوت مصادر الصخور في كلا المحجرين على الحجر الجيري، وتوافقت مع متطلبات المواصفات الفنية. إلا أن الأحجار الموردة من محاجر الوادي كانت ذات جودة صخرية أفضل من تلك الموردة من محاجر العيساوية من حيث قوة الانضغاط غير المحصور وكثافة الصخور.

بدأ الإنتاج من المحاجر باستخدام حفارات مزودة بمطارق هيدروليكية .(hydraulic jack hammers) ومع تأخر إنتاج أحجارRiprap ، استعان المقاول باثنتين من الكسارات في محاجر العيساوية وكسارة واحدة في محاجر الوادي.

تم نقل معظم المواد بالشاحنات إلى مواقع التخزين بالمشروع، بينما تم التخلي عن النقل بالصنادل نظرًا لصعوبة التحكم في أوقات انتظار الصنادل وتفريغها.

خامسًا: اختبارات تنفيذية هامة

اختبار Riprap تحت الماء(Riprap Large Scale Placing Tests Underwater)

صُمِّم Riprap R6 كحماية أساسية للقاع بدون استخدام الجيوتكستايل

وبسبب الخوف من حدوث انفصال للأحجار أثناء وضعها أو إلقائها على القاع والميول، مما قد يؤثر على التدرج الحبيبي، اقترح المقاول تنفيذ اختبارات تجريبية بالموقع لتقييم ظاهرة انفصال الأحجار (Segregation) عند إلقاء أحجار R5و R6 بواسطة الكباش (Clam Shell) مباشرة من فوق مستوى الماء إلى قاع بعمق حوالي 10 أمتار.

أُجري الاختبار باستخدام إطار فولاذي (6 م × 6 م) مغطى بشبكة سلكية وأعلاه نسيج جيوتكستايل. وُضع الإطار على القاع، ثم رُفع بواسطة رافعة بعد وضع أحجار الـ .Riprap كان الإطار أفقيًا في حالة القاع، أو بسطح مائل (1V:3H) لمحاكاة الميول.

أظهرت النتائج أن انفصال الأحجار كان محدودًا، وتمت الموافقة على استخدام هذه الطريقة.

اختبار اختراق الجيوتكستايل(Geotextile Large Scale Field Punching Test)

بناءً على طلب صاحب العمل، أُجري اختبار تثقيب ميداني للجيوتكستايل. وُضع الجيوتكستايل على الأرض، وصُبَّ فوقه الحصى (Type G) بواسطة محمل من ارتفاع نحو 3.5 م. بعد إزالة الحصى، تبيّن أن الجيوتكستايل لم يتعرض لأي تلف أو تثقيب، وظل سليمًا تمامًا

صعوبات التنفيذ

- التأخيرات الأولية بسبب تأخر إنتاج Riprap وبعض الصعوبات اللوجستية، ما اضطر المقاول، تحت ضغط المالك والاستشاري، إلى تنفيذ خطة طوارئ (Task Force & Action Plan) بدءًا من أغسطس 2003، وأسفرت عن نجاح نسبي في تقليل التأخيرات.

- كان التحدى الاكبر هو حدوث انهيارات عديدة للميول اثناء التنفيذ مما سبب ارتباكا كبيرا (سبق ان افردنا بوست مستقل لهذا الموضوع).

- وجود أحجار قديمة فى مدخل ومخرج التحويلة موجودة على جوانب النهر تحمى البر الأيسر (Old Stone Protection)نتيجة اعمال الحماية القديمة والرؤوس الحجرية كانت هذه الأحجار تسبب مشاكل كبيرة للكراكة البحرية أثناء الحفر وتسببت فى كسر القواطع وأسنان الحفارة وتقدم المقاول بالشكوى والتضرر من وجود هذه الأحجار وكانت حجته أن هذه الاحجار هى ظرف طارىء (Unforeseen Obstacle) لم يكن فى الحسبان عندما بدأ العمل بالموقع وكان هذا الادعاء باطلاً حيث أن المقاول فى دراسته للموقع والمشروع لم يكن غائباً عنه وجود الأحجار وكانت ظاهرة للرائى كما أن أحجامها صغيرة لا تتجاوز ال 30 سم قطرها. وتقدم المقاول بعدة مطالبات فى هذا الشان وستفرد لهذه القضية بوست مستقل قريبا ان شاء الله

  بدأ المقاول فى اتخاذ التدابير اللازمة لازالة الاحجار وتم استخدام كباشات عملاقة للحفر تضع ناتج الحفر على وحدات عائمة.

- الإنتاج في النوبات الليلية كان منخفضًا للغاية بسبب ضعف الإضاءة وظروف المناولة.

السد المؤقت(The By-Pass Dam)

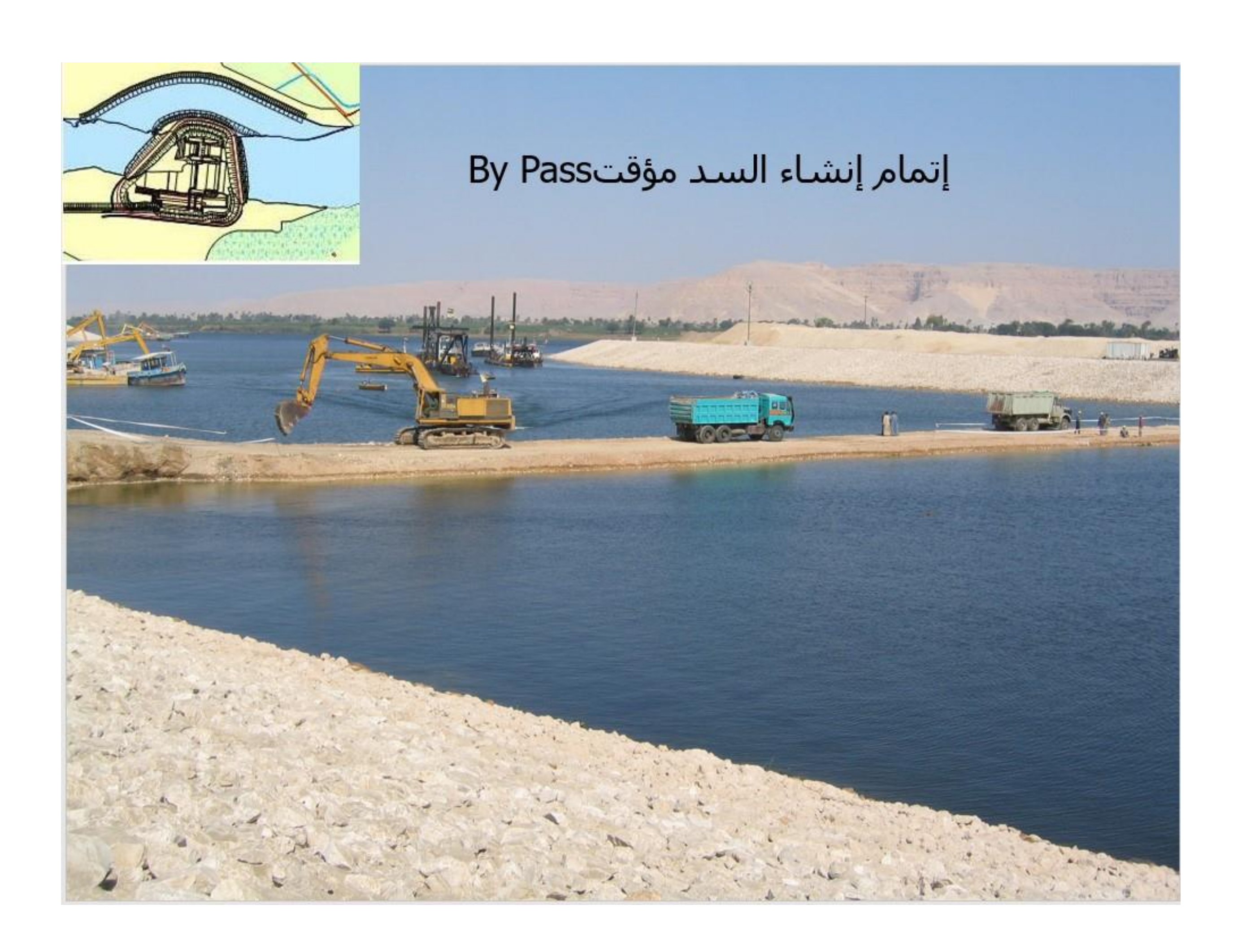
اقترح المقاول إنشاء سد مؤقت يقطع قناة التحويل عند المدخل ، بهدف ربط ضفتى قناة التحويل لتسهيل العمل وتقليل سرعة التيار لتوفير أفضل الظروف لأعمال حماية قاع النهر والميول.

تم بناء السد على بُعد 160 مترًا من محور المشروع، وقبل المدخل الجنوبي، ويتكون من تربة زلطية من 0 الى 120 مم على ان يزيد سمك ال Riprap بمقدار 0.5 م للقاع والميول فى منطقة السد

تقدر حجم الاعمال للسد ب 55000 مترمكعب بابعاد من اسفل حوالى 60 مترا وعرض الطريق 8 متر وارتفاع 10 امتار وميول جانبية .(1V:2.5H)

بعد الانتهاء من أكثر مناطق الحماية أهمية في القناة، على الأقل بطبقة الحصى من النوعG ، أُعيد حفر وإزالة السد المؤقت أساسًا بواسطة الحفار، مع جزء بسيط باستخدام الشفاط الصغير.


الطريق الفاصل بين النيل والتحويلة.
مواصلة ردم السد المؤقت من الناحية الغربية.
2003. 8. 2


إتمام إنشاء السد مؤقتBy Pass



التقدم في الأعمال(Progress of Works)

- في 9 نوفمبر 2003، تم إزالة السد المؤقت.(By-Pass Dam)
- في 24 ديسمبر 2003، تم تحويل الملاحة (Navigation) رسميًا إلى قناة التحويل، إيذانًا بنجاح هذا المجرى المؤقت في تحقيق الهدف المرجو منه.

بارك الله فى من شارك غى هذه الاعمال ورحم من انتقل الى جوار ربه رحمهم الله رحمة واسعة .


20 4 2003


2003 3 31


2003 4 20


12 6 2003


20 4 2003


15 6 2003


22 3 2003


22 3 2003


20 4 2003


26. 6. 2003

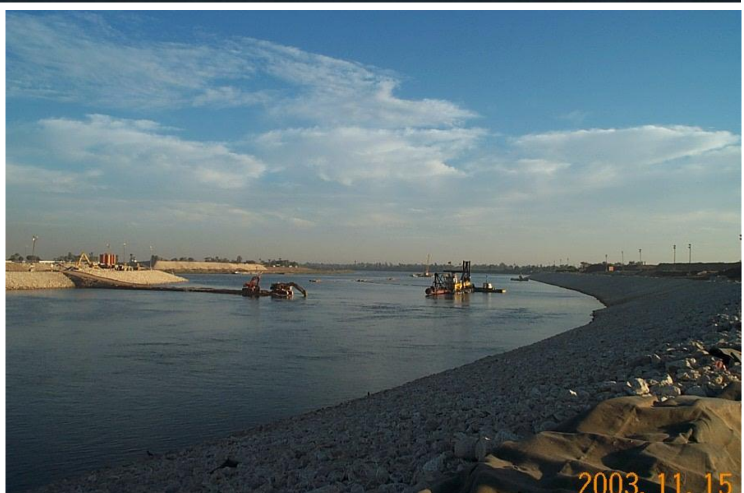

حماية شريحة 100 متر لعمل السد المؤقت
20-20
10 6 2003

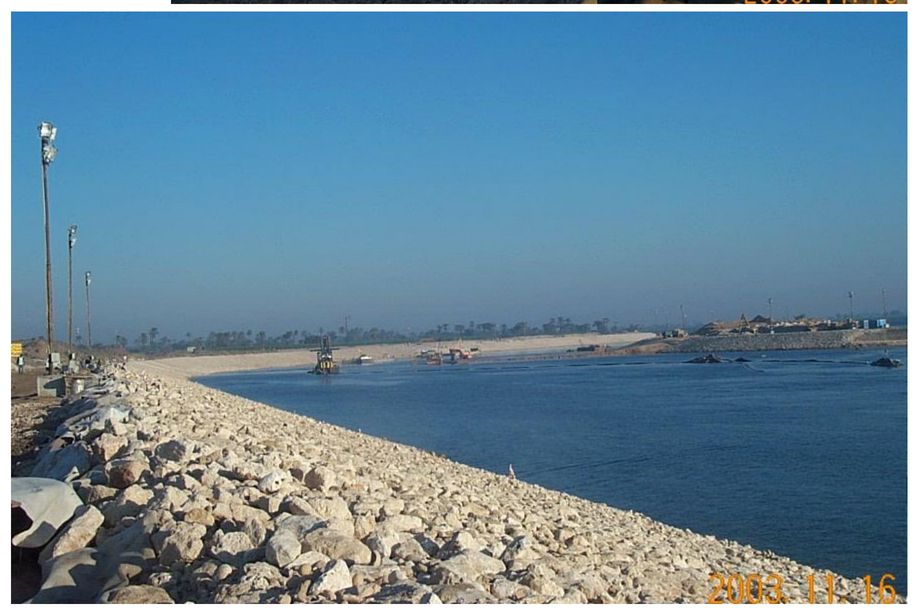

الطريق الفاصل بين النيل والتحويلة.
مواصلة ردم السد المؤقت من الناحية الغربية.
2003. 8. 2


إتمام إنشاء السد مؤقتBy Pass




استكمال أعمال إزالة السد المؤقت
من التحويلة.
11 11 2003


2003. 11. 15


2003. 11. 16


28 5 2003


28 5 2003


20-20
2003 6 11


2003 6 12


تم الانتهاء من إزالة السد المؤقت
فى أواخر نوفمبر 2003 وافتتاح
التحويلة للملاحة.
CAT